

5/ Priority Paper
7/15/99
DM
jc:526 U.S. PTO
09/164123
09/30/98

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : ALBRECHT MAYER
Filed : Concurrently herewith
Title : METHOD FOR ASSEMBLING INTEGRATED CIRCUITS WITH
PROTECTION OF THE CIRCUITS AGAINST ELECTROSTATIC
DISCHARGE, AND ARRANGEMENT OF INTEGRATED
CIRCUITS WITH PROTECTION AGAINST ELECTROSTATIC
DISCHARGE

CLAIM FOR PRIORITY

Hon. Commissioner of Patents and Trademarks,
Washington, D.C. 20231

Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 119,
based upon the German Patent Application No. 197 43 344.8, filed on September
30, 1997, in Germany.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being
submitted herewith.

Respectfully submitted,



For Applicant

WERNER H. STEMER
REG. NO. 34,956

Date: September 30, 1998

Lerner and Greenberg, P.A.
Post Office Box 2480
Hollywood, FL 33022-2480
Tel: (954) 925-1100
Fax: (954) 925-1101

/bb



11

11



Bescheinigung

Die Siemens Aktiengesellschaft in München/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Verfahren zum Verbinden von integrierten Schaltkreisen und Anordnung"

am 30. September 1997 beim Deutschen Patentamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patentamt vorläufig das Symbol H 01 L 23/60 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 3. September 1998
Der Präsident des Deutschen Patentamts
Im Auftrag

Aktenzeichen: 197 43 344.8

Wöhner



Beschreibung

Verfahren zum Verbinden von integrierten Schaltkreisen und Anordnung

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer elektrischen Verbindung zwischen integrierten Schaltkreisen mit Schutz gegen elektrostatische Entladungen. Die Erfindung betrifft außerdem eine Anordnung von zwei elektrisch leitend miteinander verbundenen integrierten Schaltkreisen mit Schutz gegen elektrostatische Entladungen.

10

In elektronischen Systemen besteht Bedarf, zwei oder mehrere integrierte Schaltkreise in einem Gehäuse mit einer Signalverbindung zu versehen, um eine kompakte Anordnung der Schaltungskreise zu ermöglichen. Die Schaltkreise weisen Kontaktflächen, sogenannte Pads, auf, die über Bonddrähte mit Anschlußstiften des Gehäuses, sogenannten Pins, verbunden sind. Über diese sind die Versorgungsspannung und Signale zuführbar. Gehäuseintern erfolgt die Signalübertragung zwischen den Schaltkreisen ebenfalls über jeweilige Anschlußpads, die wiederum über Bonddrähte miteinander verbunden sind. Im allgemeinen werden diese internen Signalanschlüsse und Verbindungen nicht aus dem Gehäuse herausgeführt.

20

25

Um zu verhindern, daß elektrostatische Ladungen, die mit den äußeren Gehäusepins in Berührung kommen, die schaltkreisin-
ternen Schaltungen und Funktionseinheiten zerstören, sind den nach außen geführten Pads Schutzstrukturen gegen elektrostatische Entladung (Electrostatic Discharge, ESD) zugeordnet. Diese Schutzstrukturen dienen als Schalter, die bei einer

30

Überspannung leitend werden und die anliegende elektrostatische Ladung zu einer Leitung für eine der Versorgungsspannungen abführen. Die ESD-Schutzstrukturen beanspruchen nicht unbeträchtliche Schaltungsfläche.

5

Nach herkömmlicher Technik sind auch für die nur für gehäuseinterne Signalverbindungen vorgesehenen Anschlußpads Schutzstrukturen erforderlich, um elektrostatische Entladungen, die während der Montage, beispielsweise beim Bonden, auftreten
10 können, abzuführen. Auch diese ESD-Schutzstrukturen vergrößern die Chipfläche.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, Maßnahmen für die elektrische Verbindung zwischen integrierten Schaltkreisen
15 anzugeben, die bei ausreichendem Schutz gegen elektrostatischer Entladung einen geringeren Flächenverbrauch erfordern.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Herstellen einer elektrischen Verbindung zwischen integrierten Schaltkreisen
20 nach den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst, außerdem durch eine Anordnung von elektrisch leitend miteinander verbundenen integrierten Schaltkreisen nach den Merkmalen des Patentanspruchs 8.

25 Die Verbindung zwischen dem Signalanschluß und dem Versorgungspotentialanschluß in einem der Schaltkreise ist vorzugsweise eine Leiterbahn aus Metall oder Polysilizium. Sie sorgt daher für eine niederohmige Verbindung zwischen diesen Anschlüssen. Während der Montage sind darüber etwaige ESD-
30 Entladungen abführbar. Nach der Montage, wenn der Signalanschluß von außen nicht mehr zugänglich ist, ist die Verbin-

dung überflüssig; sie wird durchtrennt und hat im weiteren keinen Einfluß auf die Signalverarbeitung mehr. Zweckmäßigerweise wird die Metalleiterbahn in der obersten Metallage ausgebildet, die gegebenenfalls zusätzlich zu den übrigen Metallagen, die die Signalverarbeitung ausführende Schaltungsteile des integrierten Schaltkreises verbinden, aufgebracht ist. Zusätzliche Fläche ist nicht erforderlich.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

Es zeigen:

Figur 1 eine Aufsicht auf zwei in einem Gehäuse nebeneinander angeordnete integrierte Schaltkreise mit den Strukturen zum ESD-Schutz und

Figur 2 einen Querschnitt durch eine Anordnung zweier integrierter Schaltungen.

Die in Figur 1 dargestellte Anordnung enthält einen ersten integrierten Schaltkreis 1 und einen zweiten integrierten Schaltkreis 2. Beide Schaltkreise sind in einem Gehäuse 3 angeordnet, von dem nur der untere Teil dargestellt ist. Die integrierte Schaltung 1 enthält (nicht dargestellte) Funktionseinheiten, beispielsweise Transistorschaltungen, denen im Betrieb über die Anschlüsse 15, 16, 17 zu verarbeitende Signale zugeführt werden. Darüber hinaus sind zum ESD-Schutz während der Montage der integrierten Schaltungen in das Gehäuse Leiterbahnen 14, 13 vorgesehen, die die Signalanschlüsse 15, 16 bzw. 17 jeweils mit einem Anschluß 10 bzw. 11 ver-

binden, der mit einem der Versorgungspotentiale des Schaltkreises, beispielsweise Masse, verbunden ist. Diese Anschlüsse 15, 16, 17, 10, 11 sind sogenannte Pads, flächenhaft ausgebildete Gebiete, an denen die integrierte Schaltung von außen kontaktiert wird. Die Anschlüsse 10, 11 sind ohnehin herkömmlich vorhanden und werden außerdem für die übliche Spannungsversorgung des Schaltkreises 1 benötigt. Die Leitungen 13, 14 bestehen beispielsweise aus Metalleiterbahnen. Diese sind zusätzlich zu den ohnehin für die Verdrahtung der Transistorschaltungen vorgesehenen Metalleiterbahnen in einer Metallisierungsebene angeordnet. Zweckmäßigerweise ist dies die oberste Metallisierungsebene. Diese kann gegebenenfalls zusätzlich zu den für die übrige Verdrahtung vorgesehenen Metallisierungsebenen aufgebracht werden. Alternativ können die Leitungen 13, 14 aus Polysilizium hergestellt werden. Sie sind dann zweckmäßigerweise in tiefergelegenen Verdrahtungsschichten angeordnet. Die Leiterbahnen weisen einen kurzen Abschnitt mit einer Engstelle 143, 144, 131 auf. Diese Stellen haben im Vergleich zum übrigen Verlauf der Leiterbahnen einen wesentlich geringeren Querschnitt. Die Anschlußpads 10, 11 sind über herkömmliche Bonddrähte mit einem Gehäusepin 4 für Masse verbunden. Ein Anschlußpad 12, das die Signalverarbeitungsschaltungen mit Masse versorgt, ist ebenfalls mit dem Gehäusepin 4 über einen Bonddraht verbunden.

25

Im integrierten Schaltkreis 2 sind Anschlußpads 25, 26, 27 vorgesehen, die über jeweilige Bonddrähte mit den Pads 15, 16 bzw. 17 des Schaltungschips 1 verbunden sind. Ein Anschlußpad 22 ist ebenfalls mit dem Massepin 4 gebondet, um Schaltungen im Chip 2 an Masse anzuschließen. Die Pads 25, 26 sind über eine Leitung 24 mit einem Pad 20 verbunden, welches wiederum

30

an einen Außenanschlußpin 5 des Gehäuses gebondet ist. Das Pad 27 ist über eine Leitung 23 mit einem anderen Pad 21 verbunden, welches an einen weiteren Gehäusepin 6 gebondet ist. Zur Entkopplung der Pads 25, 26 untereinander sind zwei Dioden 241, 242 vorgesehen, über die die Leitung 24 an die Pads 25 bzw. 26 geführt wird. Die Gehäusepins 5, 6 sind - wie unten detaillierter beschrieben - zur Zuführung eines Stromimpulses vorgesehen und entsprechend dimensioniert, um nach der Montage die Engstellen 143, 144, 131 zu unterbrechen. Da die Anschlüsse 20, 21 auch nach der Montage Kontakt außerhalb des Gehäuses haben, sind ihnen herkömmliche ESD-Schutzstrukturen 201, 211 zugeordnet. Jede dieser Schutzstrukturen enthält eine Anordnung aus Dotierungsgebieten, die beim Anlegen einer Überspannung, z. B. 2000 ... 3000 V, anspricht und den jeweiligen Anschluß niederohmig mit einem der Versorgungspotentiale verbindet.

Der ESD-Schutz der Anschlüsse 15, 16, 17 durch die Leiterbahnen 14, 13 bei der Montage der integrierten Schaltungen 1, 2 im Gehäuse 3 wird wie folgt gewährleistet. Die integrierten Schaltkreise 1, 2 werden im Montageautomaten zuerst auf einem Leadframe aufgebracht und anschließend untereinander und mit den Gehäusepins durch Bonddrähte verbunden. Während dieser Phase sind die Anschlüsse 15, 16, 17 aufgrund von möglicher elektrostatischer Aufladung der Bondwerkzeuge sowie der Bonddrähte ESD-gefährdet. Etwaige ESD-Ladungen werden über die niederohmigen Verbindungen 13, 14 zu den Masseanschlüssen 10, 11, 12 abgeführt. Alle Masseanschlüsse des Schaltkreises sind auch intern elektrisch miteinander verbunden. Nachdem das Gehäuse geschlossen ist und die ESD-empfindlichen Anschlüsse 15, 16, 17 nicht mehr berührt werden können, werden die Eng-

stellen 143, 144, 131 durchtrennt. Dies erfolgt durch einen ausreichend langen und kräftigen Stromimpuls, der so eingestellt ist, daß die Engstellen verdampfen und die Leitungen 13, 14 an dieser Stelle unterbrochen werden. Die Engstellen
5 entsprechen einer Schmelzsicherung. Der Stromimpuls wird von außen über die Anschlußpins 5, 6 eingeprägt und über die jeweiligen Anschlüsse und Leitungen des Schaltungschips 2 weitergeleitet. Während des normalen Funktionseinsatzes der Schaltung 1 werden durch Funktionseinheiten im Schaltungschip
10 2 über die Pads 25, 26, 27 an die entsprechenden Pads 15, 16, 17 zu verarbeitende Signale zugeführt. Die Engstellen 143, 144, 131 sind zweckmäßigerweise möglichst nahe an den Signalpads 15, 16, 17 angeordnet, so daß diese möglichst wenig mit parasitären Kapazitäten belastet werden.

15

Das Pad 27 ist unmittelbar über die Leiterbahn 23 mit dem Pad 21 und der zugehörigen ESD-Schutzstruktur 211 verbunden. Daher kann die Engstelle 131 nach bereits vollzogener Bondung der Pads 17, 27, aber noch vor dem vollständigen Schließen
20 des Gehäuses, wenn noch ESD-gefährdeter Außenkontakt des Pads 17 möglich ist, durchtrennt werden, da bereits das Pad 17 über den Bonddraht zum Pad 27 leitend mit der ESD-Schutzstruktur 211 verbunden ist. Da in diesem Fall das Gehäuse noch geöffnet ist, kann das Durchtrennen der Engstelle 131
25 auch durch andere Maßnahmen, die Energieimpulse erzeugen, z. B. durch einen Laserstrahl, erfolgen. Der Anschlußpin 6 für den Stromimpuls entfällt dann. In Weiterbildung der Erfindung können auch die Pads 25, 26 und gegebenenfalls auch Pad 27 mit einer ESD-Schutzstruktur entsprechend den Strukturen 201,
30 211 versehen werden. Auch dann sind bereits nach vollzogener Bondung zum Schaltungschip 1 die Pads 15, 16, 17 mit diesen

jeweiligen ESD-Schutzstrukturen unmittelbar über die Bond-drähte verbunden. Die Stromimpulspins 5, 6 können entfallen. Die Engstellen sind durch entsprechende Stromeinprägung in die Pads 15, 16, 17 bei geöffnetem Gehäuse oder durch einen
5 Laserimpuls aufzutrennen.

Die Querschnitte der Engstellen 143, 144 ,131 weisen eine Querschnittsfläche von ungefähr $0,4 \dots 1,0 \mu\text{m}^2$ auf. Am unteren Ende dieses Bereichs liegt eine ESD-Festigkeit von ca.
10 250 ... 350 V vor, was für die Montage ausreicht. Durch einen Strom von ca. 12 mA kann die Engstelle durchschmolzen werden. Der übrige Teil der Leiterbahn weist eine um eine Größenordnung höhere Querschnittsfläche auf.

15 Das Verfahren und die Anordnung sind besonders vorteilhaft in dem in Figur 2 dargestellten Beispiel. Ein erster Schaltungschip 7 und ein zweiter Schaltungschip 8 stehen an ihrer jeweiligen Oberfläche, zu denen die aktiven Elemente hin gerichtet und folglich auch die entsprechenden Anschlußpads zugänglich sind, miteinander in Verbindung. Der elektrische
20 Kontakt, der bei der Ausführung nach Figur 1 mittels Bond-drähten hergestellt wird, wird in der Ausführung der Figur 2 durch Kontaktwarzen 71, 72 hergestellt. Alternativ kann eine Verbindung mit leitfähigem Klebematerial bewirkt werden. Diese
25 Technik ist an die sogenannte Flip-Chip-Verbindungstechnik angelehnt. Dadurch wird das Anschlußpad 73 im Chip 7 über die Lötwarze 72 sowie die Verbindungsleitung 83 mit dem Anschlußpad 81 im Chip 8 verbunden. In entsprechender Weise wird das
30 Pad 74 über die Lötwarze 71 und die Leitung 84 mit dem Pad 82 verbunden. Auch wenn die Chips 7, 8 einen geringen, durch die Lötwarzen 71, 72 gebildeten Abstand aufweisen, ist es nicht

möglich, mit mechanischen Mitteln an die Pads 73, 74 zu gelangen. Sobald die Chips 7, 8 räumlich wie dargestellt zueinander gebracht worden sind, sind die Pads 73, 74 nicht mehr ESD-gefährdet. Die Verbindung 76 zwischen dem Signalpad 73 und dem Massepad 75 wird daher anschließend an der Engstelle 77 durch eine Stromeinprägung am Pad 81 durchtrennt. In entsprechender Weise wird die Verbindung 78 zwischen den Pads 74, 75 an der Stelle 79 durchtrennt.

- 10 Das beschriebene Verfahren und die Anordnung sind besonders vorteilhaft anwendbar, wenn der Schaltungschip 1 bzw. 7 ein Microcontroller herkömmlicher Massenfertigung ist, der mit einem Chip 2 bzw. 8 in Kontakt gebracht wird, welcher zusätzliche Schaltungsmittel enthält, so daß aus der Gesamtanordnung der Chips eine In-Circuit-Emulation-(ICE-)Anordnung des Microcontrollers gebildet wird. Die Anschlußpads 15, 16, 17 bzw. 73, 74 des Microcontrollers sind zusätzliche, über seine Serienversion hinausgehenden Anschlußpads, über die interne Signale über den Chip 2 bzw. 8 nach außen geführt werden.
- 15
- 20 Diese Pads werden in der zusätzlichen Metallage, in der auch die Leiterbahnen 13, 14 bzw. 76, 78 gebildet werden, ESD-geschützt gebildet. Die Schaltungseinheiten, die an die zusätzlichen Pads angeschlossen sind, sind während der Montage wirksam ESD-geschützt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer elektrischen Verbindung zwischen integrierten Schaltkreisen mit den Merkmalen:

- 5 - Vorsehen eines ersten integrierten Schaltkreises (1; 7) mit einem Anschluß (10, 11) für ein Versorgungspotential, einem Signalanschluß (15, 17) für die Verbindung mit einem zweiten integrierten Schaltkreis (2; 8) und einer elektrisch leitenden Verbindung (14, 13) zwischen dem Anschluß für das Versorgungspotential (10, 11) und dem Signalanschluß (15, 17),
- Vorsehen eines zweiten integrierten Schaltkreises (2) mit einem Anschluß (20, 21), der mit einer Schutzstruktur (201, 211) gegen elektrostatische Entladungen gekoppelt ist,
- 15 - benachbartes Anordnen der integrierten Schaltkreise (1, 2),
- elektrisch leitendes Verbinden des Signalanschlusses (15, 17) des ersten integrierten Schaltkreises (1) mit dem Anschluß (20, 21) des zweiten integrierten Schaltkreises (2),
- Trennen der Verbindung (14, 13) zwischen den Anschlüssen
- 20 (10, 11; 15, 17) des ersten integrierten Schaltkreises (1) durch einen Energieimpuls.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
- 25 die Verbindung (14, 13) zwischen den Anschlüssen des ersten integrierten Schaltkreises (1) einen Abschnitt (143, 131) mit verringerter Querschnittsfläche aufweist, der derart bemessen ist, daß er elektrostatische Entladungen zwischen den Anschlüssen (10, 11; 15, 17) des ersten integrierten Schalt-
 - 30 kreises (1) abführen kann, aber durch den Energieimpuls unterbrochen wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Abschnitt (143, 131) durch einen eingepprägten Stromim-
5 puls, der am Anschluß (20, 21) des zweiten integrierten
Schaltkreises (2) zugeführt wird, unterbrochen wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, daß
10 die integrierten Schaltkreise (1, 2) in einem Gehäuse (3) an-
geordnet werden derart, daß der Signalanschluß (15, 17) des
ersten integrierten Schaltkreises (1) von außerhalb des Ge-
häuses (3) nach der Anordnung in demselben nicht zugänglich
ist, und daß der Anschluß (10, 11) für das Versorgungspoten-
15 tial der ersten integrierten Schaltung (1) und der Anschluß
(20, 21) der zweiten integrierten Schaltung (2) an je ein An-
schlußpin (4; 5, 6) des Gehäuses kontaktiert werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
20 dadurch gekennzeichnet, daß
der erste integrierte Schaltkreis (7) mit derjenigen Oberflä-
che, an der die Anschlüsse (73, 75; 74) zugänglich sind, auf
derjenigen Oberfläche des zweiten integrierten Schaltkreises
(8), an der der Anschluß (81, 82) des zweiten integrierten
25 Schaltkreises (8) zugänglich ist, angeordnet ist, wobei der
Anschluß (81, 82) des zweiten integrierten Schaltkreises (8)
vom ersten integrierten Schaltkreis (7) nicht bedeckt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5,
30 dadurch gekennzeichnet, daß

der Signalanschluß (73, 74) des ersten integrierten Schaltkreises (7) und der Anschluß (81, 82) des zweiten integrierten Schaltkreises (8) mittels einem lötbaren Material (72, 71) oder einem leitfähigen Klebematerial verbunden werden.

5

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Energieimpuls eingeprägt wird, nachdem der Signalanschluß (15, 17; 73, 74) des ersten integrierten Schaltkreises nicht mehr mechanisch zugänglich ist.

10

8. Anordnung von elektrisch leitend miteinander verbundenen integrierten Schaltkreisen umfassend:

- einen ersten integrierten Schaltkreis (1; 7), der einen Anschluß (10, 11) für ein Versorgungspotential, einen Signalanschluß (15, 17) und eine elektrisch leitende Verbindung (14, 13) zwischen den Anschlüssen aufweist, die einen Abschnitt (143, 131) mit verringerter Querschnittsfläche aufweist, und

15

- einen zweiten integrierten Schaltkreis (2; 8), der einen Anschluß (20, 21), der mit einer Schutzstruktur (20, 21) gegen elektrostatische Entladung versehen ist, und eine elektrisch leitende Verbindung (24, 23) zwischen dem Signalanschluß (15, 17) des ersten integrierten Schaltkreises (1) und dem Anschluß (20, 21) des zweiten integrierten Schaltkreises (2) aufweist.

20

25

9. Anordnung nach Anspruch 8,

dadurch gekennzeichnet, daß

30

daß der Abschnitt (143, 131) derart bemessen ist, daß er elektrostatische Entladungen zwischen den Anschlüssen (10,

11, 15, 17) des ersten integrierten Schaltkreises (1) abführen kann, aber durch einen eingepprägten Energieimpuls unterbrochen werden kann.

- 5 10. Anordnung nach einem der Ansprüche 8 oder 9,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
auf dem ersten integrierten Schaltkreis (1) weitere Signalan-
schlüsse (16) angeordnet sind, die mit dem Anschluß (20) des
zweiten integrierten Schaltkreises (2) jeweils über Dioden
10 (241, 242) verbunden sind.

Zusammenfassung

Verfahren zum Verbinden von integrierten Schaltkreisen und Anordnung

5

Bei einem ESD-geschützten Verfahren zur Herstellung einer elektrischen Verbindung zwischen integrierten Schaltkreisen (1, 2) wird im ersten Schaltkreis (1) eine niederohmige Verbindung (14, 13) zwischen einem Signalpad (15, 16, 17) und einem Pad (10, 11) für ein Versorgungspotential hergestellt.

10

Die Verbindung weist einen Abschnitt (143, 144, 131) verringerten Querschnitts auf, der nach Montage und Bondverbindung mit dem zweiten Schaltkreis (2) durch einen Stromimpuls durchtrennt wird. Der ESD-Schutz während der Montage benötigt

15

keine zusätzliche Chipfläche.

Figur 1

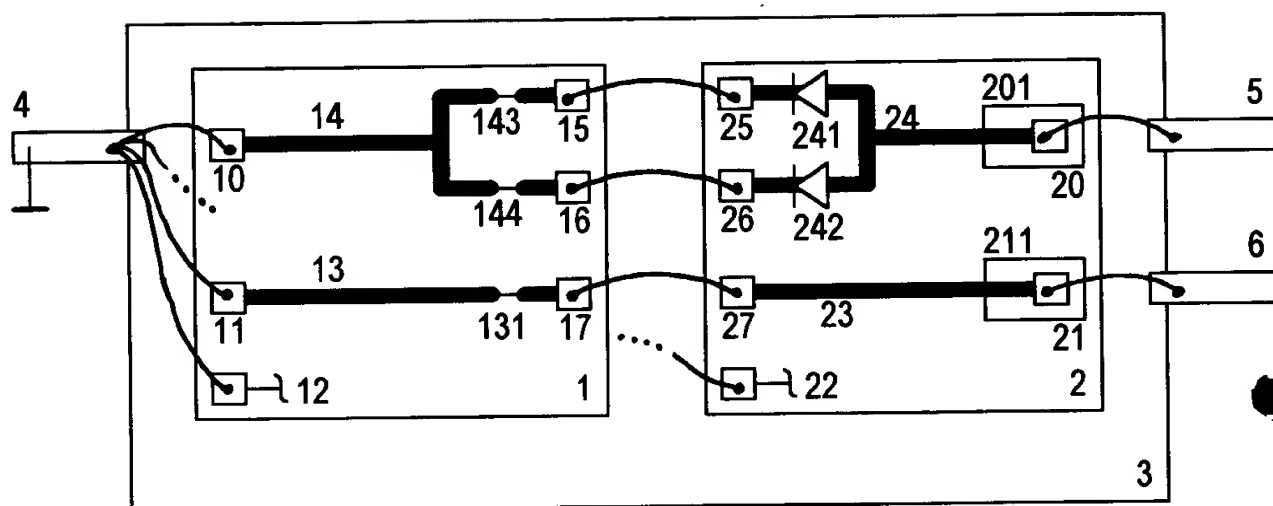


FIG. 1

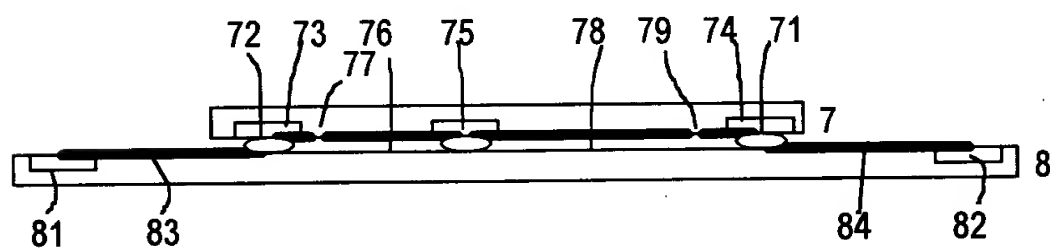


FIG. 2